

【書類名】 特許願

【整理番号】 P235053

【提出日】 平成14年12月20日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G09F 9/37

【発明の名称】 画像表示装置の製造方法及び画像表示装置

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都国分寺市戸倉 4-5-16

 【氏名】 櫻井 良

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3-5-5

 【氏名】 北野 創

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市神明 2-1-19

 【氏名】 村田 和也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都東大和市桜が丘 2-2-23-1

 【氏名】 薬師寺 学

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3-5-5

 【氏名】 加賀 紀彦

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県船橋市西船 5-9-15-303

 【氏名】 荒井 利晃

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都国立市西 2-8-36

 【氏名】 山崎 博貴

【発明者】

【住所又は居所】 東京都羽村市神明台 3 - 5 - 2 8

【氏名】 増田 善友

【特許出願人】

【識別番号】 000005278

【氏名又は名称】 株式会社 ブリヂストン

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712186

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置の製造方法及び画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板および対向基板の間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示し、白以外の所定の色と黒色とを有するとともに互いに異なる帯電特性を有する 2 種類の粉流体を封入し、電位の異なる電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させてカラー画像を表示する、隔壁により互いに隔離された 1 つ以上の画像表示素子を持つ画像表示板を備える画像表示装置の製造方法であって、前記隔壁により隔離された画像表示素子を構成する空間に、粉流体を所定量充填する粉流体充填工程と、粉流体充填工程の際、隔壁上に残った不要な粉流体を除去する粉流体除去工程と、隔壁を介して透明基板と対向基板とを貼り合わせるとともに、透明基板と対向基板との間の雰囲気を一にするため基板の最外周部にシール剤を塗布する基板貼り合わせ工程と、画像を表示させるための回路を電極と接続してモジュール化する電極貼り合わせ工程と、を含むことを特徴とする画像表示装置の製造方法。

【請求項 2】 透明基板および対向基板の間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示し、白色と黒色とを有するとともに互いに異なる帯電特性を有する 2 種類の粉流体を封入し、電位の異なる電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて、カラーフィルターを介してカラー画像を表示する、隔壁により互いに隔離された 1 つ以上の画像表示素子を持つ画像表示板を備える画像表示装置の製造方法であって、前記隔壁により隔離された画像表示素子を構成する空間に、粉流体を所定量充填する粉流体充填工程と、粉流体充填工程の際、隔壁上に残った不要な粉流体を除去する粉流体除去工程と、隔壁を介して透明基板と対向基板とを貼り合わせるとともに、透明基板と対向基板との間の雰囲気を一にするため基板の最外周部にシール剤を塗布する基板貼り合わせ工程と、カラーフィルターを透明基板上に貼り合わせるカラーフィルター貼り合わせ工程と、画像を表示させるための回路を電極と接続してモジュール化する電極貼り合わせ工程と、を含むことを特徴

とする画像表示装置の製造方法。

【請求項 3】 粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の 2 倍以上である請求項 1 または 2 記載の画像表示装置。

【請求項 4】 粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものである請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

$$V_{10} / V_5 > 0.8$$

なお、 V_5 は最大浮遊時から 5 分後の粉流体の見かけ体積 (cm^3)、 V_{10} は最大浮遊時から 10 分後の粉流体の見かけ体積 (cm^3) を示す。

【請求項 5】 粉流体を構成する粒子の平均粒径 d (0.5) が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ である請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置の製造方法により製造したことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、静電気を利用して画像を繰り返し表示、消去できる画像表示板を具備する画像表示装置の製造方法に関し、特に、画像を表示するために使用する回路までモジュール化することができる画像表示装置の製造方法及びそれにより製造した画像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

液晶 (LCD) に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2 色粒子回転方式などの技術を用いた画像表示装置 (ディスプレイ) が提案されている。これらの画像表示装置は、LCD に比べて、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリー機能を有している等のメリットから、次世代の安価な表示装置として考えられ、携帯端末用表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。

【0003】

最近、分散粒子と着色溶液からなる分散液をマイクロカプセル化し、これを対

向する基板間に配置する電気泳動方式が提案されている。(例えば、非特許文献1参照)。しかしながら、電気泳動方式では、液中に粒子が泳動するために液の粘性抵抗により応答速度が遅いという問題がある。また、低比重の溶液中に酸化チタンなどの高比重の粒子を分散させているために、沈降しやすく、分散状態の安定性維持が難しく、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにし、見かけ上、このような欠点が現れ難くしているだけで、本質的な問題は何ら解決されていない。

【0004】

以上のような溶液中での挙動を利用した電気泳動方式に対し、溶液を使わず、導電性粒子と電荷輸送層を基板の一部に組み入れた方式も提案されている。この方式は、電荷輸送層、更には電荷発生層を配置するための構造が複雑になると共に、導電性粒子から電荷を一定に逃がすことが難しく安定性に欠けるという問題もある。

【0005】

【非特許文献1】

趙 国来、外3名、“新しいトナーディスプレイデバイス(I)”、1999年7月21日、日本画像学会年次大会(通算83回) “Japan Hardcopy’99”、p.249-252

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

以上の問題を解消するために、乾式で応答速度が速く、単純な構造で、安価かつ、安定性に優れる画像表示装置として、透明基板および対向基板の間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入し、電位の異なる電極からなる電極対から粉流体に電界を与えて、粉流体を移動させて画像を表示する、隔壁により互いに隔離された1つ以上の画像表示素子を持つ画像表示板を備える画像表示装置が知られている。

【0007】

上述した構成の画像表示装置において、従来、この隔壁の配置は、透明基板と

対向基板との間に隔壁を位置決めして配置した後、シール剤を基板の最外周部に塗布して行っていた。上述した従来の製造方法では、基板と隔壁との接合が、透明基板や対向基板としてガラス基板を使用する際は十分な強度があっても、他の透明は樹脂などを使用する場合は、十分な接合強度が得られないなどの問題があり、さらに、画像表示のために使用するドライバーなどの回路をモジュール化するのに最適な方法は知られていなかった。

【0 0 0 8】

本発明の目的は、上述した課題を解消して、乾式で応答速度が速く、単純な構造で、安価かつ、安定性に優れる画像表示装置の製造方法において、さらに、画像を表示するために使用する回路までモジュール化することができる画像表示装置の製造方法及びその方法で製造した画像表示装置を提供しようとするものである。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像表示装置の製造方法の第1発明は、透明基板および対向基板の間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示し、白以外の所定の色と黒色とを有するとともに互いに異なる帯電特性を有する2種類の粉流体を封入し、電位の異なる電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させてカラー画像を表示する、隔壁により互いに隔離された1つ以上の画像表示素子を持つ画像表示板を備える画像表示装置の製造方法であって、前記隔壁により隔離された画像表示素子を構成する空間に、粉流体を所定量充填する粉流体充填工程と、粉流体充填工程の際、隔壁上に残った不要な粉流体を除去する粉流体除去工程と、隔壁を介して透明基板と対向基板とを貼り合わせるとともに、透明基板と対向基板との間の雰囲気を一にすため基板の最外周部にシール剤を塗布する基板貼り合わせ工程と、画像を表示させるための回路を電極と接続してモジュール化する電極貼り合わせ工程と、を含むことを特徴とするものである。

【0 0 1 0】

また、本発明の画像表示装置の製造方法の第2発明は、透明基板および対向基

板の間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示し、白色と黒色とを有するとともに互いに異なる帯電特性を有する2種類の粉流体を封入し、電位の異なる電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて、カラーフィルターを介してカラー画像を表示する、隔壁により互いに隔離された1つ以上の画像表示素子を持つ画像表示板を備える画像表示装置の製造方法であって、前記隔壁により隔離された画像表示素子を構成する空間に、粉流体を所定量充填する粉流体充填工程と、粉流体充填工程の際、隔壁上に残った不要な粉流体を除去する粉流体除去工程と、隔壁を介して透明基板と対向基板とを貼り合わせるとともに、透明基板と対向基板との間の雰囲気を一様にするため基板の最外周部にシール剤を塗布する基板貼り合わせ工程と、カラーフィルターを透明基板上に貼り合わせるカラーフィルター貼り合わせ工程と、画像を表示させるための回路を電極と接続してモジュール化する電極貼り合わせ工程と、を含むことを特徴とするものである。

【0011】

本発明の第1発明及び第2発明では、カラーの画像表示を行う画像表示装置を製造するにあたり、上述したように、粉流体充填工程と、粉流体除去工程と、基板貼り合わせ工程と、電極貼り合わせ工程とを組み合わせることで、画像を表示するために使用する回路までモジュール化することができる。

【0012】

本発明の好適例として、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であること、粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものであること、 $V_{10}/V_5 > 0.8$ 、（なお、 V_5 は最大浮遊時から5分後の粉流体の見かけ体積（ cm^3 ）、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の粉流体の見かけ体積（ cm^3 ）を示す。）および、粉流体を構成する粒子の平均粒径 d （ 0.5 ）が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ であること、がある。いずれの場合も本発明の画像表示装置の製造方法をより好適に実施することができる。

【0013】

また、本発明の画像表示装置は、上述した画像表示装置の製造方法に従って製造することが特徴となる。

【0014】

本発明における「粉流体」は、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。例えば、液晶は液体と固体の中間的な相と定義され、液体の特徴である流動性と固体の特徴である異方性（光学的性質）を有するものである（平凡社：大百科事典）。一方、粒子の定義は、無視できるほどの大きさであっても有限の質量をもった物体であり、重力の影響を受けるとされている（丸善：物理学事典）。ここで、粒子でも、気固流動層体、液固流動体という特殊状態があり、粒子に底板から気体を流すと、粒子には気体の速度に対応して上向きの力が作用し、この力が重力とつりあう際に、流体のように容易に移動できる状態になるものを気固流動層体と呼び、同じく、流体により流動化させた状態を液固流動体と呼ぶとされている（平凡社：大百科事典）。このように気固流動層体や液固流動体は、気体や液体の流れを利用した状態である。本発明では、このような気体の力も、液体の力も借りずに、自ら流動性を示す状態の物質を、特異的に作り出せることが判明し、これを粉流体と定義した。

【0015】

すなわち、本発明における粉流体は、液晶（液体と固体の中間相）の定義と同様に、粒子と液体の両特性を兼ね備えた中間的な状態で、先に述べた粒子の特徴である重力の影響を極めて受け難く、高流動性を示す特異な状態を示す物質である。このような物質はエアロゾル状態、すなわち気体中に固体状もしくは液体状の物質が分散質として安定に浮遊する分散系で得ることができ、本発明の画像表示装置で固体状物質を分散質とするものである。

【0016】

【発明の実施の形態】

図1（a）～（c）はそれぞれ本発明の画像表示装置を構成する画像表示板の画像表示素子における一例の構成とその表示駆動原理を示す図である。図1（a）～（c）に示す例において、1は透明基板、2は対向基板、3は表示電極、4は対向電極、5は負帯電性粉流体、6は正帯電性粉流体、7は隔壁、8は絶縁体である。

【0017】

図1 (a) に示す例では、対向する基板（透明基板1と対向基板2）の間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す負帯電性粉流体5及び正帯電性粉流体6を配置した状態を示す。この状態のものに、表示電極3側が低電位、対向電極4側が高電位となるように電圧を印加すると、図1 (b) に示すように、クーロン力によって、正帯電性粉流体6は表示電極3側に移動し、負帯電性粉流体5は対向電極4側に移動する。この場合、透明基板1側から見る表示面は正帯電性粉流体6の色に見える。次に、極性を切り換えて、表示電極3側が高電位、対向電極4側が低電位となるように電圧を印加すると、図1 (c) に示すように、クーロン力によって、負帯電性粉流体5は表示電極3側に移動し、正帯電性粉流体6は対向電極4側に移動する。この場合、透明基板1側から見る表示面は負帯電性粉流体6の色に見える。

【0018】

図1 (b) と図1 (c) の間は電源の極性を反転するだけで繰り返し表示することができ、このように電源の極性を反転することで可逆的に色を変化させることができる。粉流体の色は、随意に選定できる。例えば、負帯電粉流体5を白色とし、正帯電粉流体6を黒色とするか、負帯電粉流体5を黒色とし、正帯電粉流体6を白色とすると、表示は白色と黒色間の可逆表示となる。この方式では、各粉流体は一度電極に鏡像力により貼り付いた状態にあるので、電圧を切った後も表示画像は長期に保持され、メモリー保持性が良い。

【0019】

本発明では、各帯電粉流体は気体中を移動するため、画像表示の応答速度が速く、応答速度を1 msec以下にすることができる。また、液晶表示素子のように配向膜や偏光板等が不要で、構造が単純で、低コストかつ大面積が可能である。温度変化に対しても安定で、低温から高温まで使用可能である。さらに、視野角がなく、高反射率、反射型で明るいところでも見易く、低消費電力である。メモリー性もあり、画像保持する場合に電力を消費しない。

【0020】

図1 に示す例では電位の異なる2種類の電極である表示電極3及び対向電極4

はいずれもが対向基板 2 の透明基板 2 と対向する側に具備されている。他の電極配置方法としては、図 2 のように表示電極 3 を透明基板 1 上に配置し、対向電極 4 を対向基板 2 に配置する方式もあるが、この場合、表示電極 3 として透明な電極が必要である。図 1 に示す例では、表示電極 3 と対向電極 4 の両者は不透明な電極で良いので、銅、アルミニウム等の安価で、かつ抵抗の低い金属電極が使用できる。外部電圧印加は、直流あるいはそれに交流を重ねても良い。各電極は帯電した粉流体の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。このコート層は、負帯電性粉流体に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電性粉流体に対しては負帯電性の樹脂を用いると粉流体の電荷が逃げ難いので特に好ましい。

【0021】

本発明の画像表示装置の製造方法における特徴は、上述した構成の画像表示装置を製造するにあたり、所定のカラー粉流体及び黒色粉流体を使用してカラー表示を行う第 1 発明では、粉流体充填工程と、粉流体除去工程と、基板貼り合わせ工程と、電極貼り合わせ工程とを組み合わせた点にあり、また、白色粉流体及び黒色粉流体を用いてカラーフィルターを介してカラー表示を行う第 2 発明では、粉流体充填工程と、粉流体除去工程と、基板貼り合わせ工程と、カラーフィルター貼り合わせ工程と、電極貼り合わせ工程とを組み合わせた点にある。以下、各工程の一例について詳細に説明する。なお、以下の例では、PDA (Personal Digital Assistant) の白黒表示の例として、1 画素に対応する電極幅： $300\mu\text{m}$ 、電極間隔： $50\mu\text{m}$ 、透明基板 1 と対向基板 2 との間隔： $50\mu\text{m}$ 、開口率 75% の画像表示装置を例にとって説明する。また、各構成部材の詳細についてはさらに後ほど説明する。

【0022】

粉流体充填工程について：

図 3 は粉流体充填工程の一例を説明するための図である。図 3 に示す例では、対向基板 2 上に設けた隔壁 7 で形成された画像表示素子を構成する空間内に、所定量の黒色の粉流体 5 と白色の粉流体 6 を粉流体充填装置 11 から順番に充填する。粉流体充填方法は、重力、気流を利用し、粉流体 5、6 を対向基板 2 に散布

する方法や、帯電を利用し、粉流体 5、6 を飛翔させる方法などがある。その際、必要であれば、粉流体同士の凝集を抑制し、均一に散布する目的で、粉流体 5、6 を強制的に帯電させ、単分散にし、散布することがある。また、対向基板 2 へ効率的に粉流体 5、6 を散布する目的で、対向基板 2 に電界をかける場合もある。

【0 0 2 3】

粉流体除去工程について：

図 4 (a)、(b) はそれぞれ粉流体除去工程の一例を説明するための図である。粉流体充填工程が終了後、透明基板 1 と対向基板 2 とを貼り合わせる際に、図 4 (a) に示すように隔壁 7 上に残る不要な粉流体 5、6 を、図 4 (b) に示すように隔壁 7 上から除去する必要がある。不要な粉流体 5、6 が存在すると、基板を貼り合わせる際、電極 3、4 間の距離が不均一になるため、駆動電圧が設計値と異なり、所望の表示特性を得ることができない。隔壁 7 上の不要な粉流体 5、6 を除去する方法としては、粘着ロールによる除去方法、電氣的な力による除去方法、あるいは、気流を用い、不要な粉流体を吹き飛ばす除去方法などを使用することができる。また、粉流体除去工程において、隔壁 7 上に選択的に粉流体 5、6 を付着させない工程を適用した場合、隔壁 7 上の粉流体 5、6 の除去工程は必要ない。

【0 0 2 4】

(3) 基板貼り合わせ工程：

図 5 (a) ～ (c) はそれぞれ基板貼り合わせ工程の一例を説明するための図である。本例では、予め位置決めマークを設置しておいた透明基板 1 と対向基板 2 を用い位置決めを行う。その際、ディスプレイとしての耐久信頼性を向上させる目的で、図 5 (a) に示すように隔壁 7 の先端に接着剤 1 2 を設け、接着剤 1 2 を介して隔壁 7 と透明基板 1 の接合を行う。接着剤 1 2 を設ける方法としては、隔壁 7 上に熱硬化性あるいは UV 硬化性の接着剤や熱可塑性の接着剤をスクリーン印刷で印刷する方法、透明基板 1 の全面にシールを目的とした接着層を積層する方法、接着性を持つ粉流体を散布し、熱圧着によりシールする方法などがある。

【 0 0 2 5 】

さらに、外部からの湿度など、ディスプレイに悪影響を与える成分の侵入を抑制する目的で、基板の最外周部の周りにシール剤を塗布してシールする。シール剤としては、熱あるいは光あるいはその両方により硬化するシール剤を用いる。シール剤を設ける方法としては、上述したようにして隔壁 7 の先端に接着剤 1 2 を設けた後、図 5 (b) に示すように、シール剤塗布装置 1 3 によりシール剤 1 4 を最外周部に塗布し、その後、図 5 (c) に示すように、図示しない位置決め装置により透明基板 1 と対向基板 2 との位置決めを行い、貼り合わせる方法をとることができる。

【 0 0 2 6 】

カラーフィルター貼り合わせ工程：

図 6 はカラーフィルター貼り合わせ工程の一例を説明するための図である。本例では、基板貼り合わせ工程後の透明基板 1 に対し、各セルに対応した色の領域を複数有する、例えば、R、G、B の 3 原色の組を複数有するカラーフィルター 1 5 を位置決めして貼り合わせる。このカラーフィルター貼り合わせ工程は、本発明の第 2 発明では必要であるが、カラーフィルターを使用せずカラー画像表示を行う第 1 発明では必要ない。

【 0 0 2 7 】

電極貼り合わせ工程：

図 7 (a) ～ (c) はそれぞれ電極貼り合わせ工程の一例を説明するための図である。本例では、画像表示板 1 6 (ディスプレイ) をモジュール化して画像表示装置を得るために、画像表示板 1 6 に画像表示のための信号を送る目的で、画像表示板 1 6 の電極 3、4 と駆動回路 1 7 を接続している。まず、図 7 (a) に示すように、表面の透明基板 1 の外側にリブ付きストライプ電極を表示電極 3 として形成し、次に、図 7 (b) に示すように、裏面の対向基板 2 の外側にリブ付きのストライプ電極を対向電極 4 とし形成している。その後、図 7 (c) に示すように、画像表示板 1 6 の電極 3、4 と外部の ACF (Anisotropic Conductive Film) による駆動回路 1 7 とを接続して、モジュール化した画像表示装置を得ている。

【0028】

電極の接続方法としては、基板上に直接 IC を接着剤にて実装する方法、フレキシブルプリント基板などを、接着剤を用いて実装する方法などがある。接着剤としては、上述したように導電粒子を接着剤に分散して異方性を持たせた接着剤である異方性導電フィルムのほか、異方性導電ペーストや、導電粒子を分散しない接着剤を用いることができる。

【0029】

以上のような工程により画像表示板 16 をモジュール化して画像表示装置を作製している。図 8 は本発明の第 1 発明に従って製造されたカラー表示の画像表示板 16 の一例を示す模式図である。図 8 に示す例では、粉流体として、黒色粉流体 5 と、赤色粉流体 6 R、緑色粉流体 6 G、青色粉流体 6 B を使用している。図 9 は本発明の第 2 発明に従って製造されたカラー表示の画像表示板 16 の一例を示す模式図である。図 9 に示す例では、粉流体として黒色粉流体 5 と白色粉流体 6 を使用し、赤色領域 15 R、緑色領域 15 G、青色領域 15 B を有するカラーフィルター 15 を使用している。

【0030】

なお、上述した実施例では、表示電極 3 及び対向電極 4 を一体化した画像表示板 16 の外側に設けたが、図 1、図 2 に示すように、表示電極 3 及び対向電極 4 を画像表示板 16 の内部に配置することもできる。その際は、画像表示板 16 を一体化する前に表示電極 3 及び対向電極 4 を設けるよう構成すれば良い。また、隔壁 7 を対向基板 2 のみに設けたが、透明基板 1 及び対向基板 2 の両者に設け、隔壁同士を接合して画像表示板 16 を一体化して得ることもできる。

【0031】

以下、本発明の画像表示装置を構成する各部材について詳細に説明する。

基板については、少なくとも一方の基板は装置外側から粉流体の色が確認できる透明基板 1 であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。対向基板 2 は透明でも不透明でもかまわない。基板の可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器表示等の用途には可撓性のない材料が

好適である。基板材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、アクリルなどのポリマーシートや、ガラス、石英などの無機シートが挙げられる。基板の厚みは、 $2\mu\text{m} \sim 5000\mu\text{m}$ が好ましく、特に $5 \sim 1000\mu\text{m}$ が好適であり、薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合にはフレキシビリティに欠ける。

【0032】

本発明の画像表示装置では、各図に示すような隔壁7を各表示素子の四周に設けるのが好ましい。隔壁を平行する2方向に設けることもできる。これにより、基板平行方向の余分な粉流体移動を阻止し、耐久繰り返し性、メモリー保持性を介助すると共に、基板間の間隔を均一にかつ補強し画像表示板の強度を上げることともできる。

【0033】

隔壁7の形成方法としては、特に限定されないが、例えば、スクリーン版を用いて所定の位置にペーストを重ね塗りするスクリーン印刷法や、基板上に所望の厚さの隔壁材をベタ塗りし、隔壁として残したい部分のみレジストパターンを隔壁材上に被覆した後、ブラスト材を噴射して隔壁部以外の隔壁材を切削除去するサンドブラスト法や、該基板上に感光性樹脂を用いてレジストパターンを形成し、レジスト凹部へペーストを埋込んだ後レジスト除去するリフトオフ法（アディティブ法）や、該基板上に、隔壁材料を含有した感光性樹脂組成物を塗布し、露光・現像により所望のパターンを得る感光性ペースト法や、該基板上に隔壁材料を含有するペーストを塗布した後、凹凸を有する金型等を圧着・加圧成形して隔壁形成する鋳型成形法等、種々の方法が採用される。さらに鋳型成形法を応用し、鋳型として感光性樹脂組成物により設けたレリーフパターンを使用する、レリーフ型押し法も採用される。

【0034】

次に粉流体について述べる。粉流体とは、先に述べたように、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間

状態の物質である。この粉流体は、特にエアロゾル状態とすることができ、本発明の画像表示装置では、気体中に固体状の物質が分散質として比較的安定に浮遊する状態で用いられる。

【0035】

エアロゾル状態の範囲は、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であることが好ましく、更に好ましくは2.5倍以上、特に好ましくは3倍以上である。上限は特に限定されないが、12倍以下であることが好ましい。

粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍より小さいと表示上の制御が難しくなり、また、12倍より大きいと粉流体を装置内に封入する際に舞い過ぎてしまうなどの取扱い上の不便が生じる。なお、最大浮遊時の見かけ体積は次のようにして測定される。すなわち、粉流体が透過して見える密閉容器に粉流体を入れ、容器自体を振動或いは落下させて、最大浮遊状態を作り、その時の見かけ体積を容器外側から測定する。具体的には、直径（内径）6 cm、高さ10 cmのポリプロピレン製の蓋付き容器（商品名アイボーイ：アズワン（株）製）に、未浮遊時の粉流体として1/5の体積相当の粉流体を入れ、振とう機に容器をセットし、6 cmの距離を3往復/secで3時間振とうさせる。振とう停止直後の見かけ体積を最大浮遊時の見かけ体積とする。

【0036】

また、本発明の画像表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものが好ましい。

$$V_{10}/V_5 > 0.8$$

ここで、 V_5 は最大浮遊時から5分後の見かけ体積（ cm^3 ）、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の見かけ体積（ cm^3 ）を示す。なお、本発明の画像表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化 V_{10}/V_5 が0.85よりも大きいものが好ましく、0.9よりも大きいものが特に好ましい。 V_{10}/V_5 が0.8以下の場合は、通常のいわゆる粒子を用いた場合と同様となり、本発明のような高速応答、耐久性の効果が確保できなくなる。

【0037】

また、粉流体を構成する物質の平均粒径（ $d(0.5)$ ）は、好ましくは0.

1 - 20 μm 、更に好ましくは0.5 - 15 μm 、特に好ましくは0.9 - 8 μm である。0.1 μm より小さいと表示上の制御が難しくなり、20 μm より大きいと、表示はできるものの隠蔽率が下がり装置の薄型化が困難となる。なお、粉流体を構成する物質の平均粒径 ($d(0.5)$) は、次の粒径分布Spanにおける $d(0.5)$ と同様である。

【0038】

粉流体を構成する物質は、下記式に示される粒径分布Spanが5未満であることが好ましく、更に好ましくは3未満である。

$$\text{粒径分布Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

ここで、 $d(0.5)$ は粉流体を構成する物質の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粉流体の比率が10%である粒径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粉流体が90%である粒径を μm で表した数値である。粉流体を構成する物質の粒径分布Spanを5以下とすることにより、サイズが揃い、均一な粉流体移動が可能となる。

【0039】

なお、以上の粒径分布及び粒径は、レーザー回折／散乱法などから求めることができる。測定対象となる粉流体にレーザー光を照射すると空間的に回折／散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒径と対応関係があることから、粒径及び粒径分布が測定できる。この粒径及び粒径分布は、体積基準分布から得られる。具体的には、Mastersizer2000(Malvern Instruments Ltd.)測定機を用いて、窒素気流中に粉流体を投入し、付属の解析ソフト (Mail理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト) にて、測定を行うことができる。

【0040】

粉流体の作製は、必要な樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉砕しても、モノマーから重合しても、既存の粒子を樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしても良い。以下、粉流体を構成する樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。

【0041】

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン変性アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

【0042】

帯電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4級アンモニウム塩系化合物、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体などが挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。

着色剤の例としては、塩基性、酸性などの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガルなどが例示される。

無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、カドミウムオレンジ、チタンイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、銅粉、アルミニウム粉などが挙げられる。

【0043】

しかしながら、このような材料を工夫無く混練り、コーティングなどを施しても、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することはできない。エアロゾル状態を示す粉流体の決まった製法は定かではないが、例示すると次のようになる。

【0044】

まず、粉流体を構成する物質の表面に、平均粒径が20－100nm、好ましくは20－80nmの無機微粒子を固着させることが適当である。更に、その無機微粒子がシリコーンオイルで処理されていることが適当である。ここで、無機微粒子としては、二酸化珪素（シリカ）、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化セリウム、酸化鉄、酸化銅等が挙げられる。この無機微粒子を固着させる方法が重要であり、例えば、ハイブリダイザー（奈良機械製作所（株

）製）やメカノフュージョン（ホソカワミクロン（株）製）などを用いて、ある限定された条件下（例えば処理時間）で、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することができる。

【0 0 4 5】

ここで繰り返し耐久性を更に向上させるためには、粉流体を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率を管理することが効果的である。基板間に封入する粉流体を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とすることが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D 5 7 0 に準じて行い、測定条件は23℃で24時間とする。粉流体を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粉流体の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率（\%）} = (B / A) \times 100$$

（但し、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量、Bは良溶媒中に樹脂を25℃で24時間浸漬した後の重量を示す）

【0 0 4 6】

この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に粒子表面にブリードが発生し、粉流体との付着力に影響を及ぼし粉流体の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。なお、溶剤不溶率を測定する際の溶剤（良溶媒）としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂では、メチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコーン樹脂ではトルエン等が好ましい。

【0 0 4 7】

また、粉流体の充填量については、粉流体の占有体積が、対向する基板間の空隙部分の5-85%、好ましくは10-65%、更に好ましくは15-55%になるように調整することが好ましい。粉流体がエアロゾル状態を示すために、表示装置内への封入は通常の方法では困難であり、静電塗装機を用いて、強制的に基板に粉流体を付着させることが、取り扱いの上で、好適である。この場合は、片方の基板にのみ、あるいは、両方の基板に付着させて合わせるのいずれかの方

法でも良い。

【0048】

更に、本発明においては基板間の粉流体を取り巻く空隙部分の気体の管理が重要であり、表示安定性向上に寄与する。具体的には、空隙部分の気体の湿度について、25℃における相対湿度を60%RH以下、好ましくは50%RH以下、更に好ましくは35%RH以下とすることが重要である。以上の空隙部分とは、図1(a)、(b)及び図2において、透明基板1、対向基板2に挟まれる部分から、粉流体5、6の占有部分、隔壁7の占有部分、装置シール部分を除いた、いわゆる粉流体が接する気体部分を指すものとする。

【0049】

空隙部分の気体は、先に述べた湿度領域であれば、その種類は問わないが、乾燥空気、乾燥窒素、乾燥アルゴン、乾燥ヘリウムなどが好適である。この気体は、その湿度が保持されるように装置に封入することが必要であり、例えば、粉流体の充填、基板の組み立てなどを所定湿度環境下にて行い、更に、外からの湿度侵入を防ぐシール材、シール方法を施すことが肝要である。

【0050】

なお、本発明の画像表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話などのモバイル機器の表示部、電子ブック、電子新聞などの電子ペーパー、看板、ポスター、黒板などの提示板、電卓、家電製品、自動車用品等の表示部、ポイントカードなどのカード表示部などに用いられる。

【0051】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、カラーの画像表示を行う画像表示装置を製造するにあたり、上述したように、粉流体充填工程と、粉流体除去工程と、基板貼り合わせ工程と、電極貼り合わせ工程とを組み合わせることで、画像を表示するために使用する回路までモジュール化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a)～(c)はそれぞれ本発明の画像表示装置における表示素子の一例とその表示作動原理を示す説明図である。

【図 2】 本発明の画像表示装置における表示素子の他の例として、表示電極を透明基板上に配置し、対向電極を対向基板に配置した場合を示す説明図である。

【図 3】 本発明の画像表示装置の製造方法における粉流体充填工程の一例を説明するための図である。

【図 4】 (a)、(b) はそれぞれ本発明の画像表示装置の製造方法における粉流体除去工程の一例を説明するための図である。

【図 5】 (a) ～ (c) はそれぞれ本発明の画像表示装置の製造方法における基板貼り合わせ工程の一例を説明するための図である。

【図 6】 本発明の画像表示装置の製造方法におけるカラーフィルター貼り合わせ工程の一例を説明するための図である。

【図 7】 (a) ～ (c) はそれぞれ本発明の画像表示装置の製造方法における電極貼り合わせ工程の一例を説明するための図である。

【図 8】 本発明の第 1 発明に係るカラー表示の画像表示板の一例の構成を示す模式図である。

【図 9】 本発明の 2 発明に係るカラー表示の画像表示板の一例の構成を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 対向基板
- 3 表示電極
- 4 対向電極
- 5 負帯電性粉流体
- 6 正帯電性粉流体
- 7 隔壁
- 8 絶縁体
- 1 1 粉流体充填装置
- 1 2 接着剤
- 1 3 シール剤塗布装置
- 1 4 シール剤

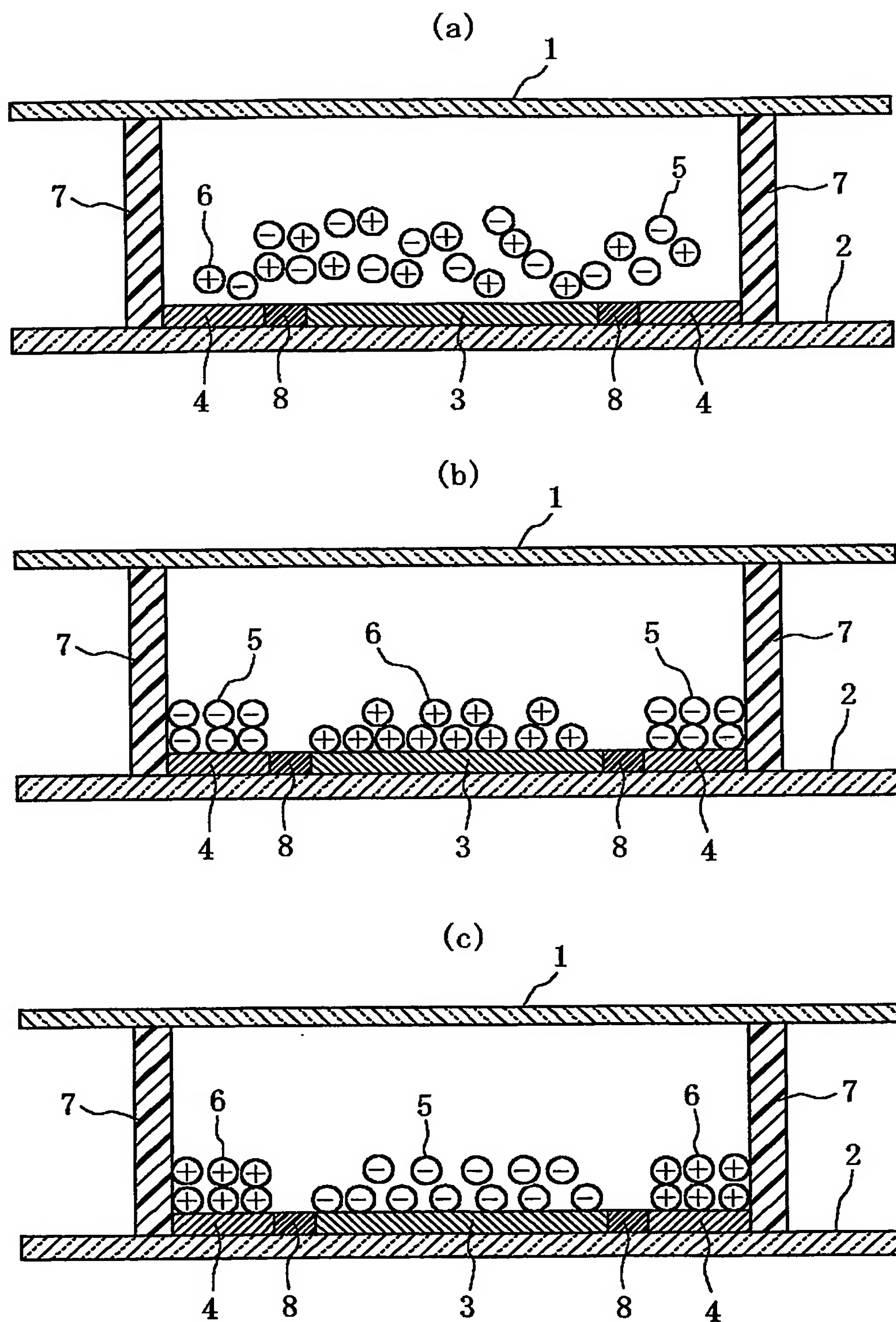
1 5 カラーフィルター

1 6 画像表示板

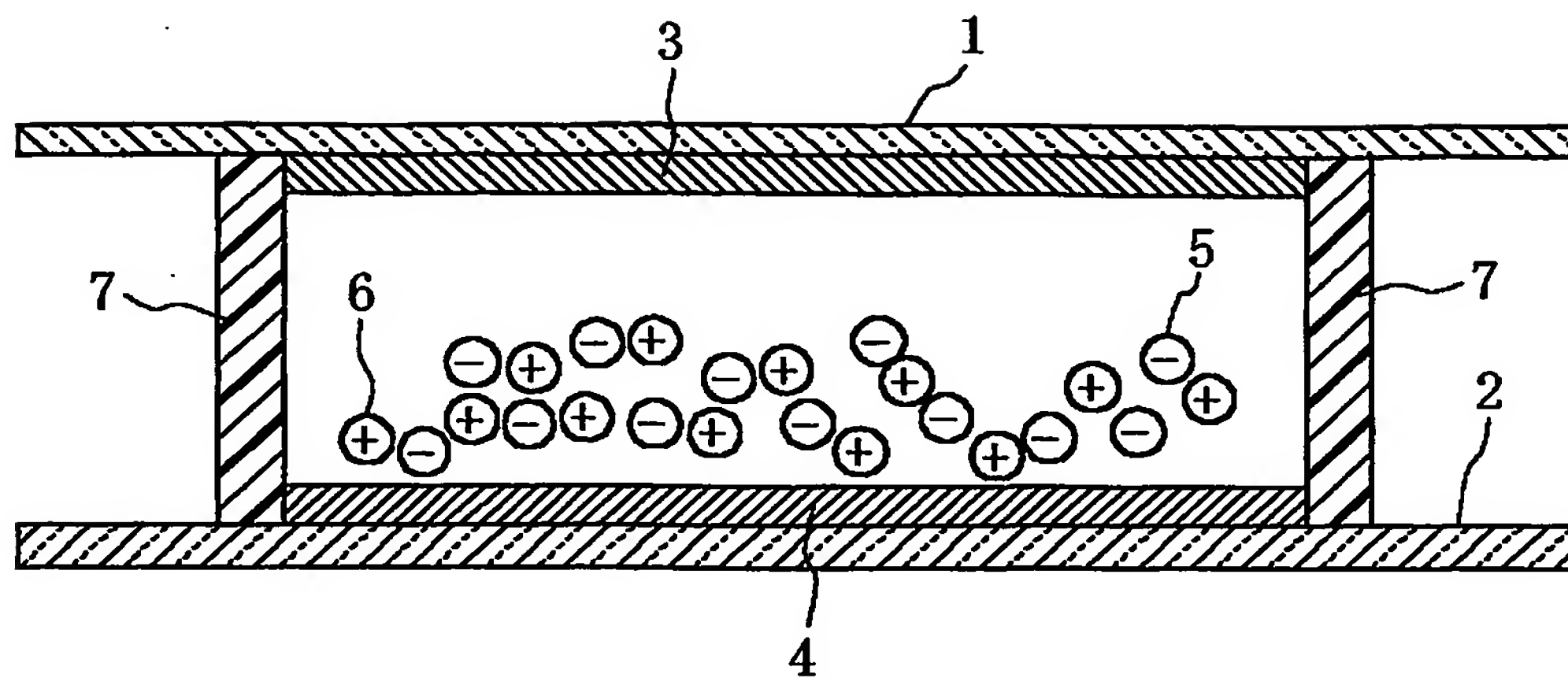
1 7 駆動回路

【書類名】 図面

【図 1】

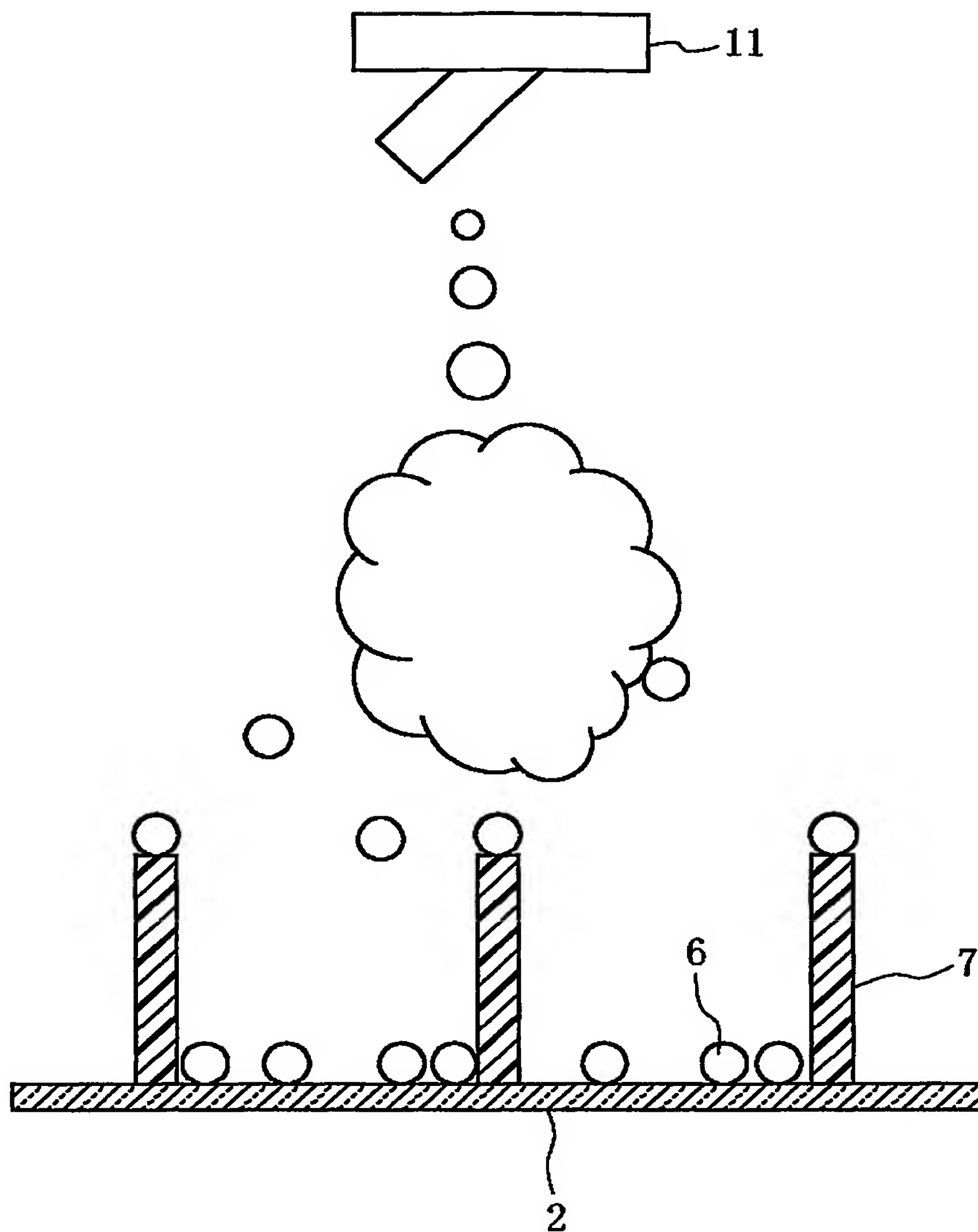


【図 2】



【図 3】

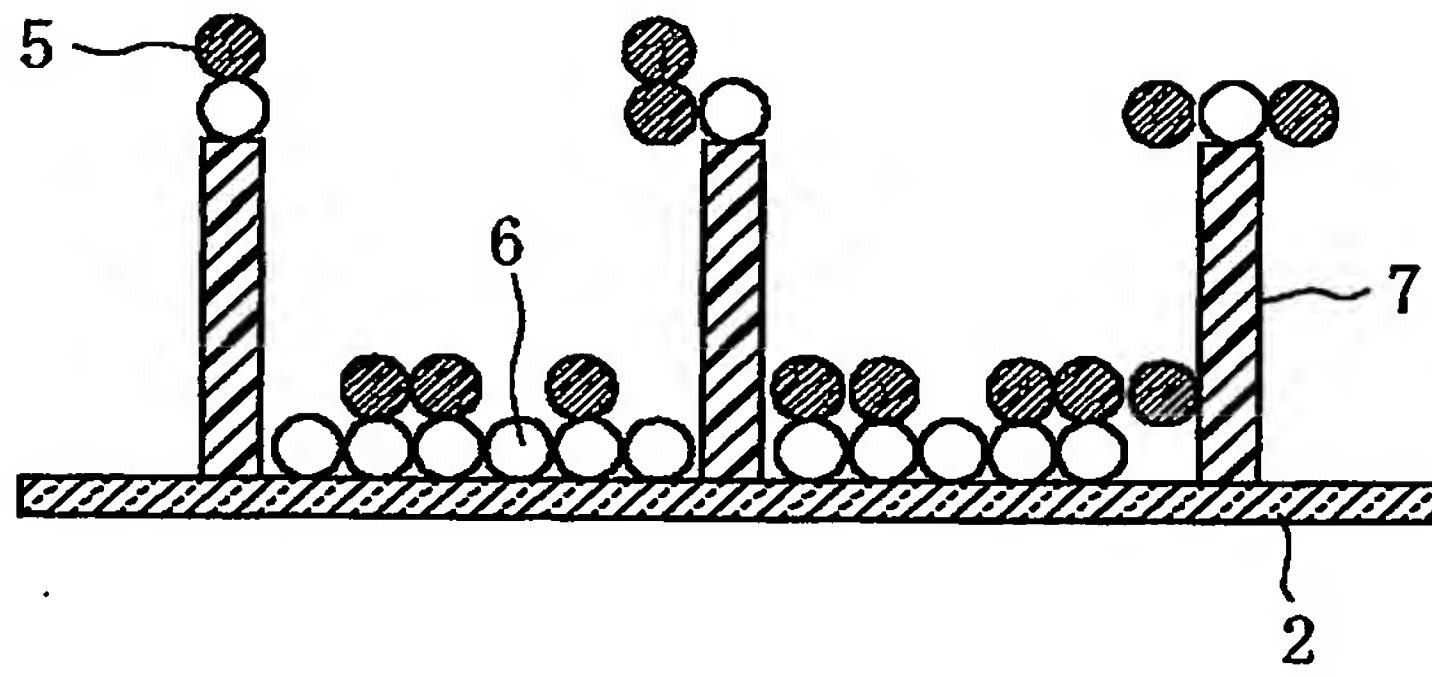
(1) 粉流体充填工程



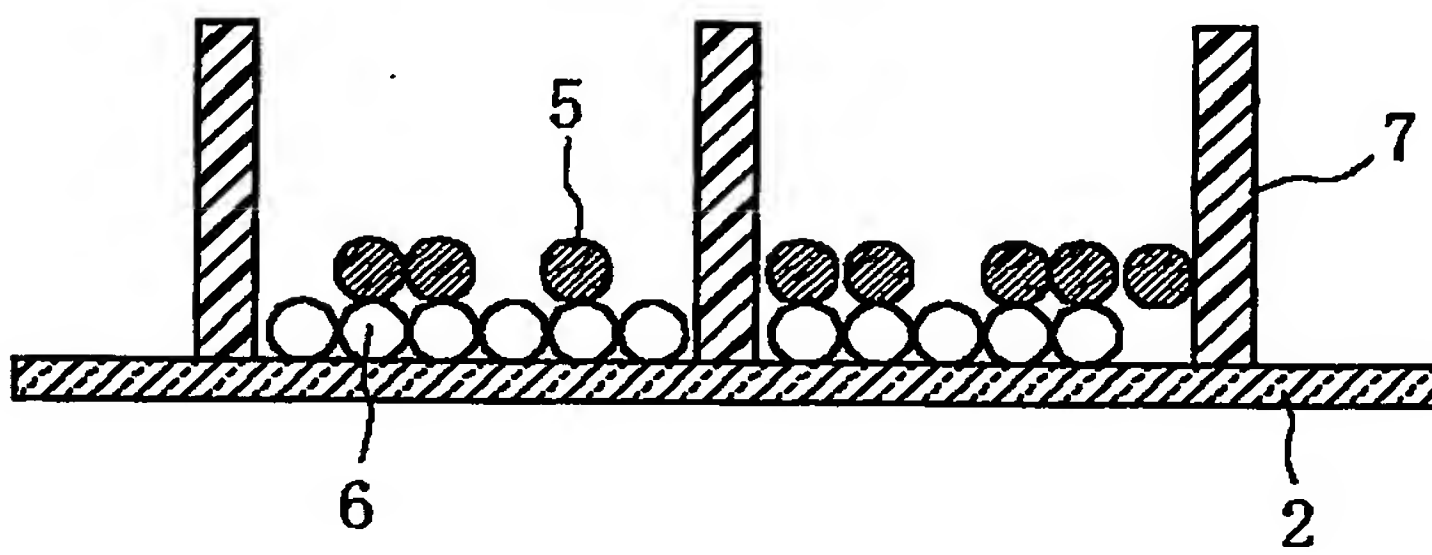
【図 4】

(2) 粉流体除去工程

(a)



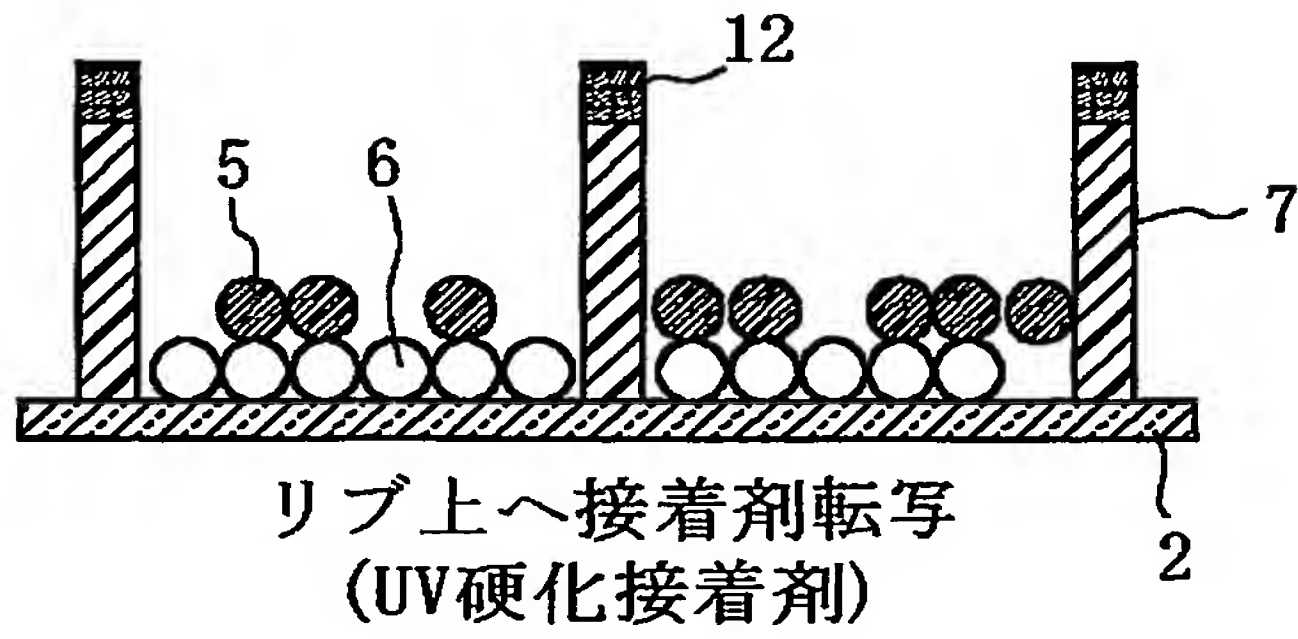
(b)



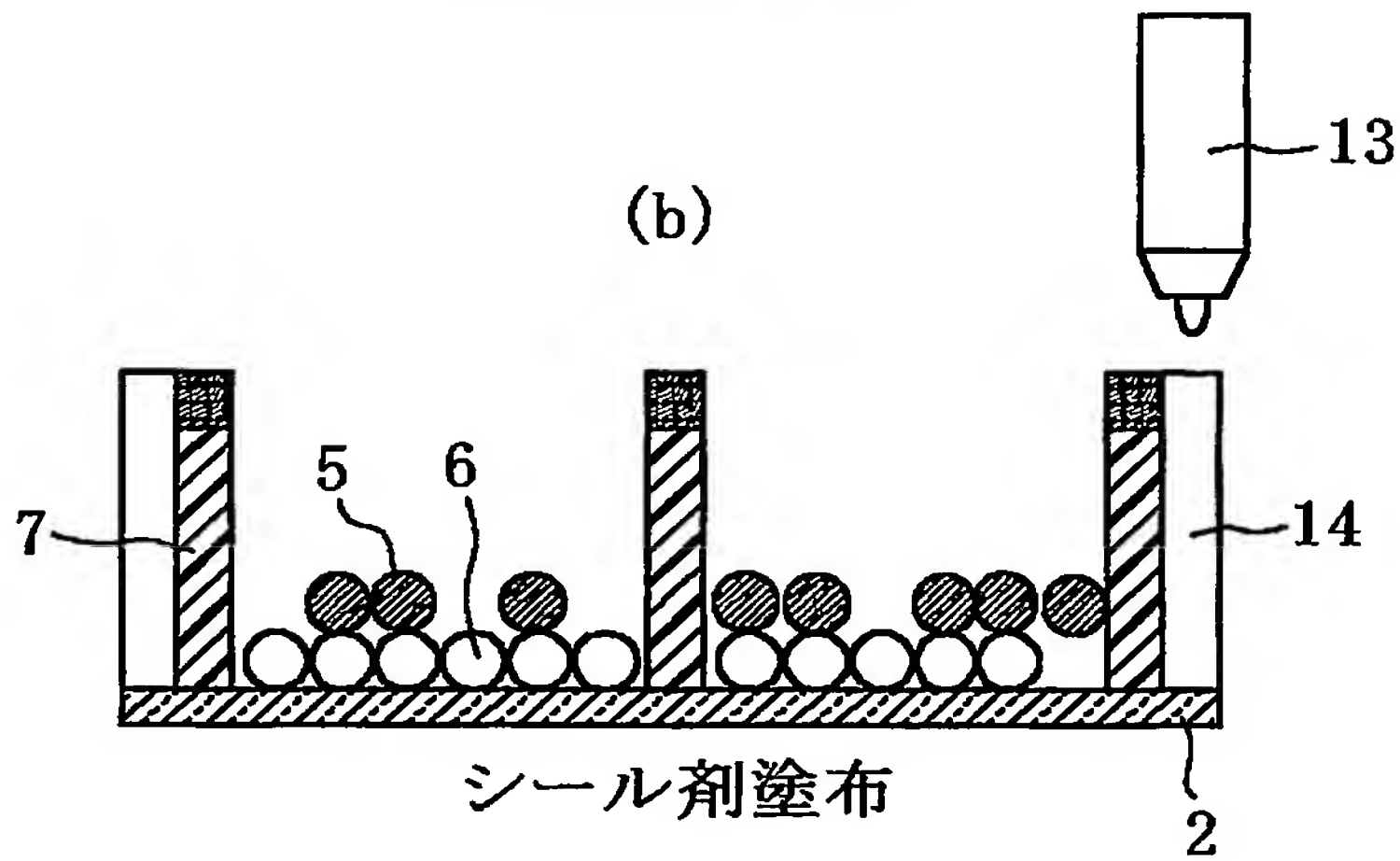
【図 5】

(3) 基板貼り合わせ工程

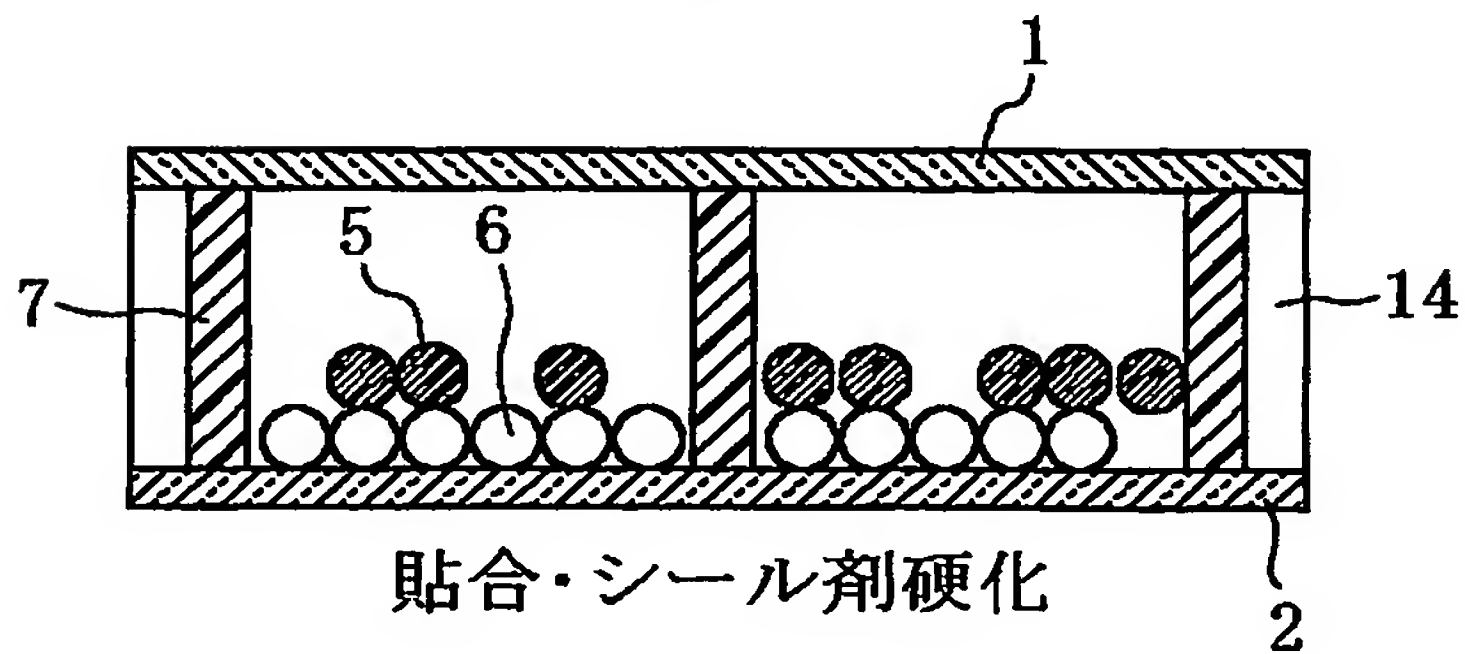
(a)



(b)

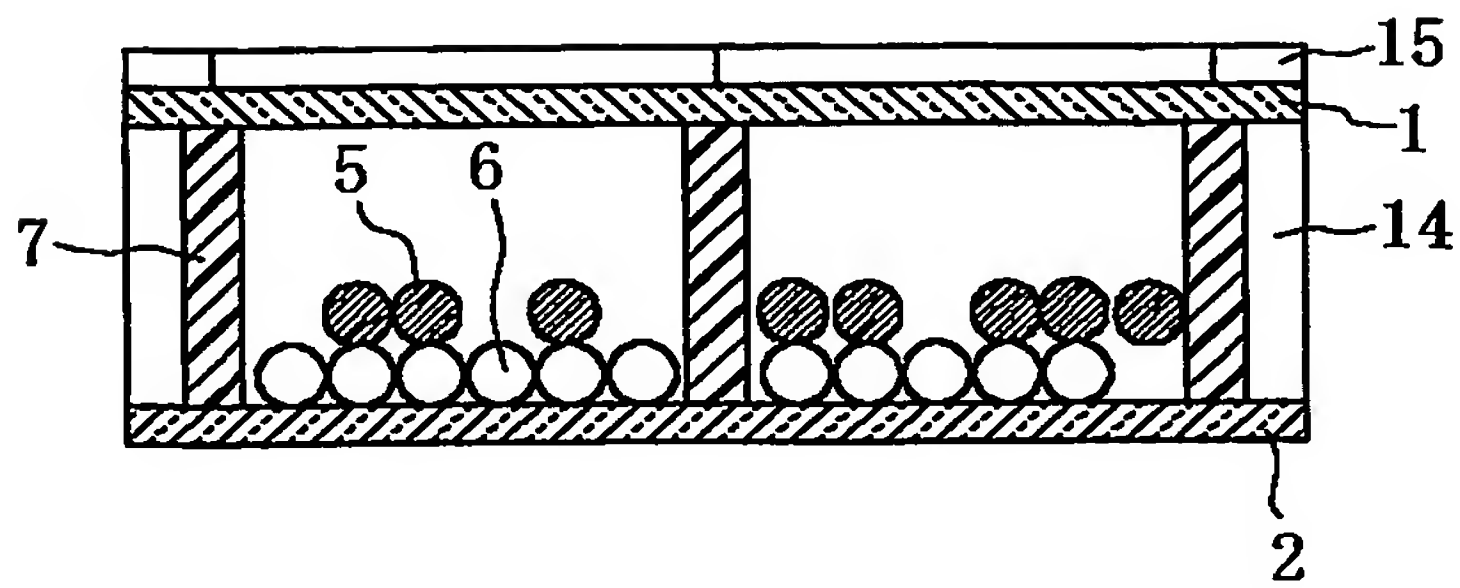


(c)



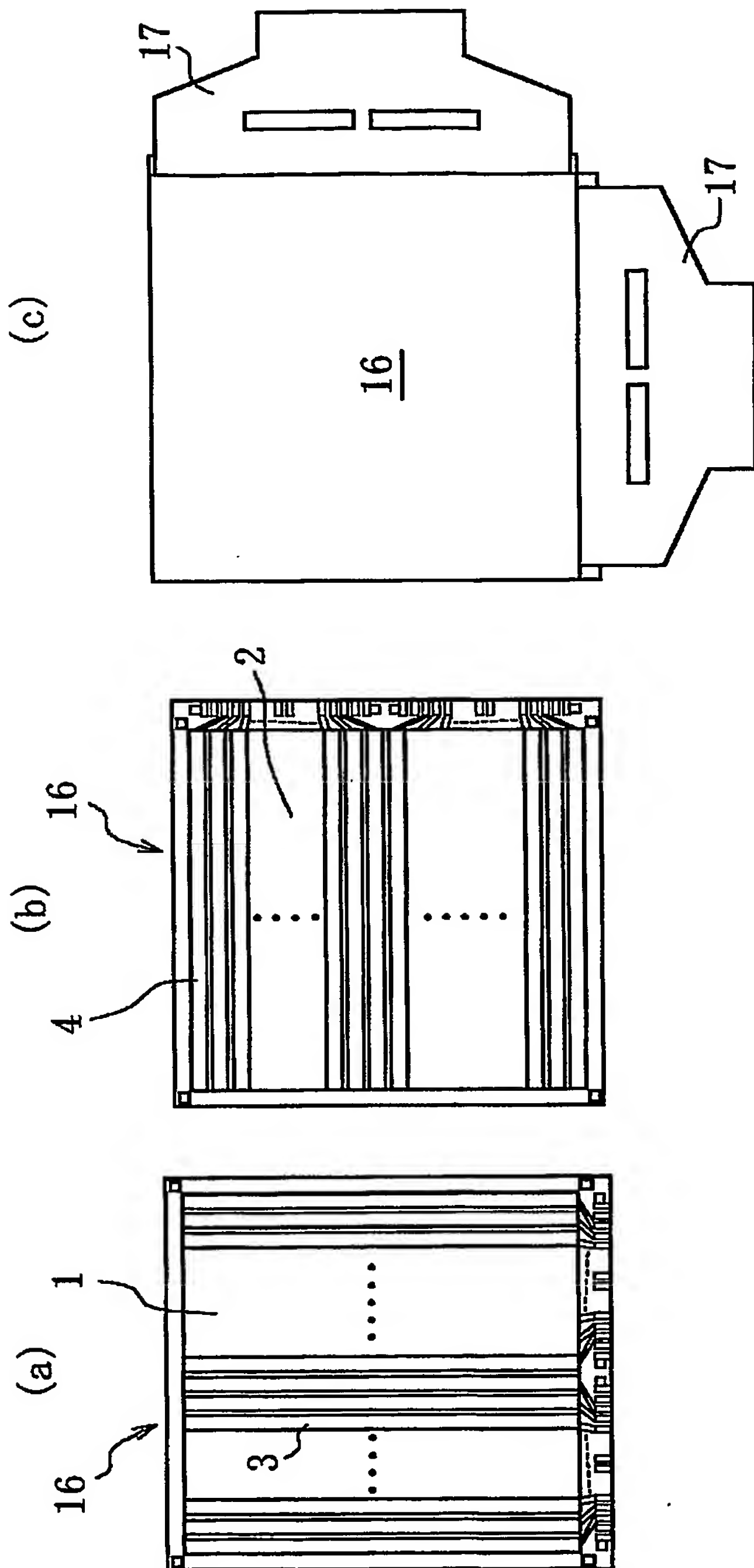
【図6】

(4) カラーフィルター貼り合わせ工程

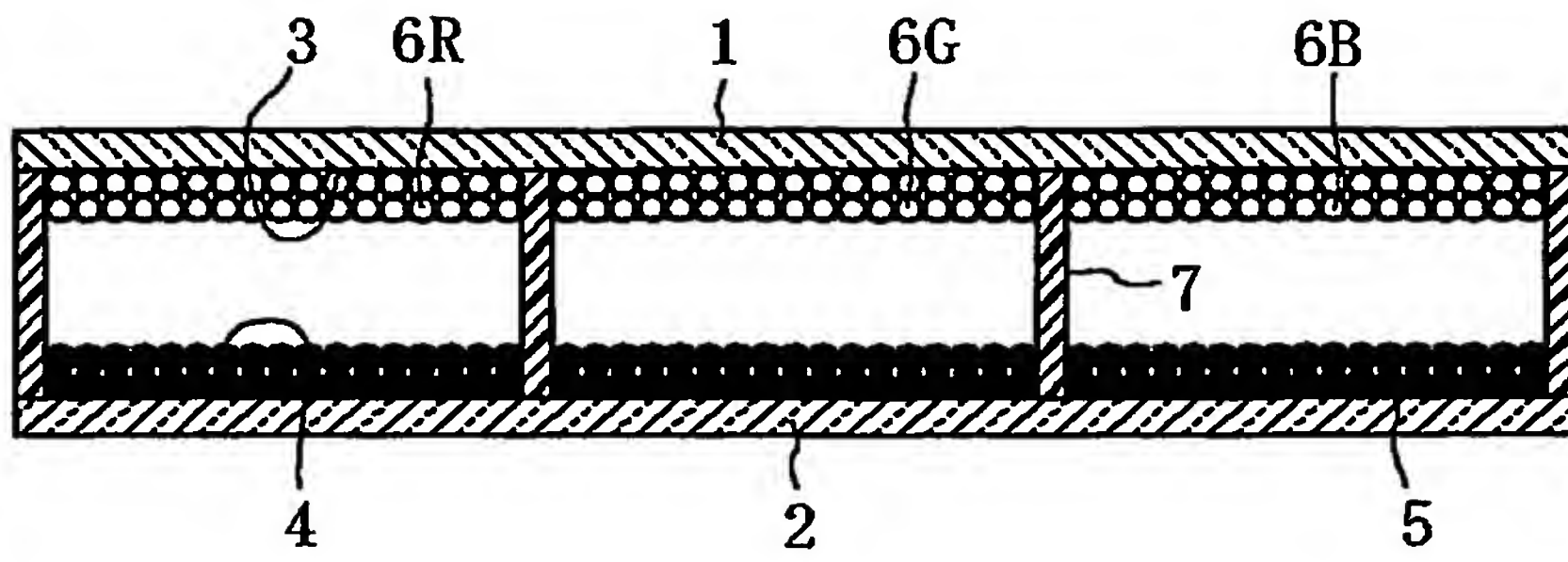


【図 7】

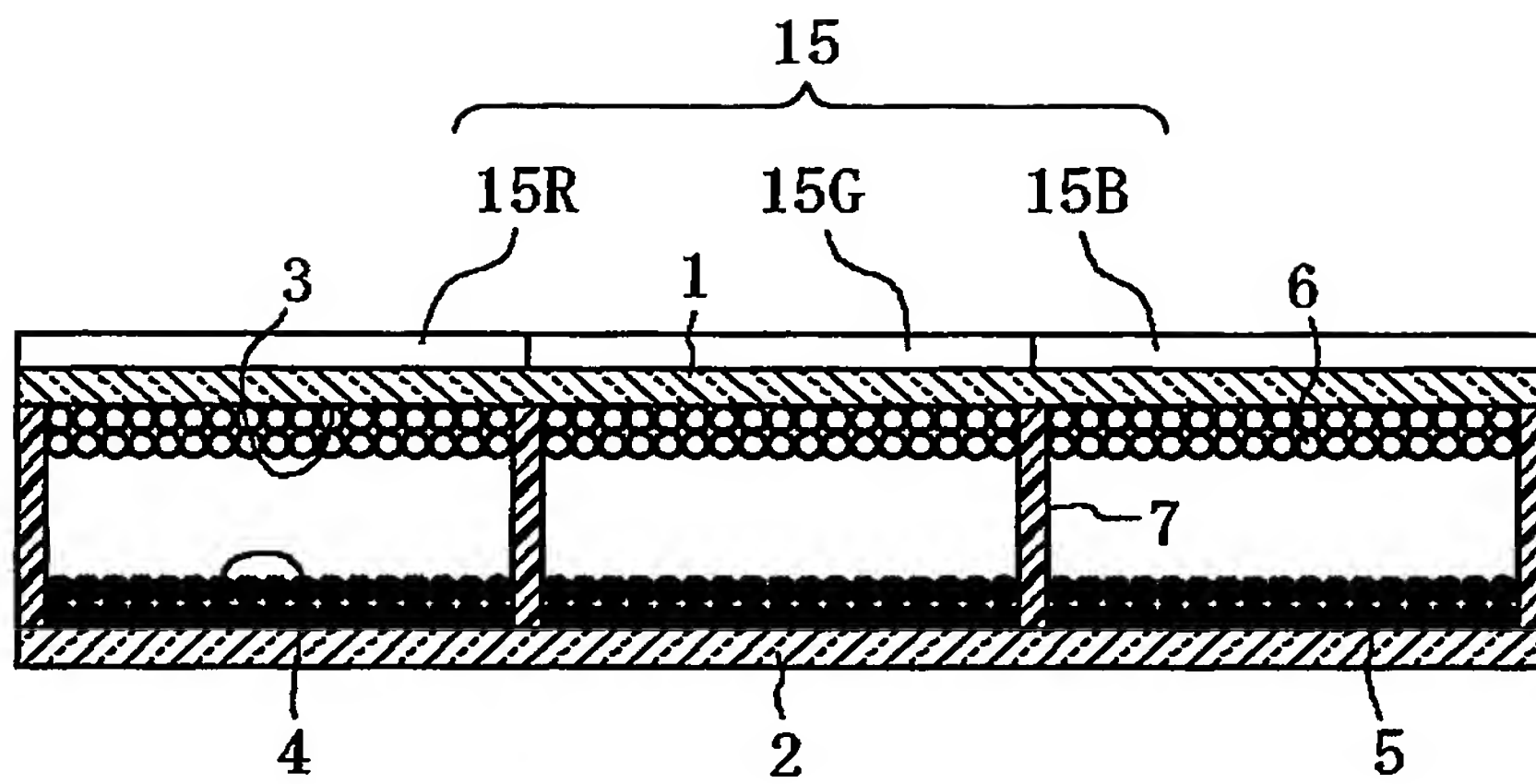
(5) 電極貼り合わせ工程



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 乾式で応答速度が速く、単純な構造で、安価かつ、安定性に優れる画像表示装置の製造方法において、さらに、画像を表示するために使用する回路までモジュール化することができる画像表示装置の製造方法及びその方法で製造した画像表示装置を提供する。

【解決手段】 透明基板 1 および対向基板 2 の間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示し、白色と黒色を有するとともに互いに帯電特性の異なる 2 種類の粉流体 5、6 を封入し、電位の異なる電極からなる電極対 3、4 から粉流体に電界を与えて、粉流体を移動させて画像を表示する、隔壁 7 により互いに隔離された 1 つ以上の画像表示素子を持つ画像表示板を備える画像表示装置の製造方法であって、画像表示素子を構成する空間に、粉流体を所定量充填する粉流体充填工程と、隔壁上に残った不要な粉流体を除去する粉流体除去工程と、隔壁を介して透明基板と対向基板とを貼り合わせるとともに、基板の最外周部にシール剤を塗布する基板貼り合わせ工程と、回路を電極と接続してモジュール化する電極貼り合わせ工程と、から製造方法を構成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 7 0 2 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 7 8]

1. 変更新月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都中央区京橋 1 丁目 1 0 番 1 号
氏 名	株式会社ブリヂストン